

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI

(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014386960 **Image available**

WPI Acc No: 2002-207663/200227

XRAM Acc No: C02-063570

XRPX Acc No: N02-158306

Substrate pretreatment method for plasma immersion ion implantation system, involves discharging reaction gas obtained by reaction of inactive ions with organic photoresist mask

Patent Assignee: AXCELIS TECHNOLOGIES INC (AXCE-N)

Inventor: BERNSTEIN J D; DENHOLM S A; KELLERMAN P L; DENHOLM A S

Number of Countries: 029 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 1111084	A1	20010627	EP 2000311393	A	20001219	200227 B
JP 2001267266	A	20010928	JP 2000390650	A	20001222	200227
KR 2001062546	A	20010707	KR 200079100	A	20001220	200227
US 6458430	B1	20021001	US 99469661	A	19991222	200268

Priority Applications (No Type Date): US 99469661 A 19991222

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

EP 1111084 A1 E 14 C23C-014/02

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT
LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI TR

JP 2001267266 A 11 H01L-021/265

KR 2001062546 A H01L-021/265

US 6458430 B1 C23C-014/48

Abstract (Basic): EP 1111084 A1

NOVELTY - The plasma is generated from gas selected from group of argon, helium and neon and vaporizable material. The inactive ions are generated by plasma, and are made to react with the organic photoresist mask and reaction gas is discharged out.

USE - For pretreatment of wafer in plasma immersion ion implantation process for manufacture of IC.

ADVANTAGE - Facilitates stability and repeatability of desired dopant ion implantation by reducing influence of carbon ion implantation.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the cross-sectional plan view of ion implantation system.

pp; 14 DwgNo 1/5

Title Terms: SUBSTRATE; PRETREATMENT; METHOD; PLASMA; IMMERSE; ION; IMPLANT
; SYSTEM; DISCHARGE; REACT; GAS; OBTAIN; REACT; INACTIVE; ION; ORGANIC;
PHOTORESIST; MASK

Derwent Class: L03; U11; V05

International Patent Class (Main): C23C-014/02; C23C-014/48; H01L-021/265

International Patent Class (Additional): B01J-019/08; C23C-014/04;

C23C-016/04; H01J-037/32; H01L-021/266

File Segment: CPI; EPI

DIALOG(R)File 347:JAPI0

(c) 2003 JPO & JAPI0. All rts. reserv.

07039632 **Image available**

METHOD FOR IMPLANTING PLASMA IMMERSION ION

PUB. NO.: 2001-267266 [JP 2001267266 A]

PUBLISHED: September 28, 2001 (20010928)

INVENTOR(s): BERNSTEIN JAMES DAVID

KELLERMAN PETER L

DENHOLM STUART A

APPLICANT(s): AXCELIS TECHNOLOGIES INC

APPL. NO.: 2000-390650 [JP 2000390650]

FILED: December 22, 2000 (20001222)

PRIORITY: 99 469661 [US 99469661], US (United States of America),
December 22, 1999 (19991222)

INTL CLASS: H01L-021/265; B01J-019/08; C23C-014/48; H01J-037/32;
H01L-021/266

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem pertaining to emission gas of photoresist resulting from implantation of plasma immersion ions.

SOLUTION: Ions are implanted into a substrate having a photoresist P by plasma immersion ion implantation method. In this method, first gas is ionized in a processing chamber 12 to generate electrically inactive ions which are caused to react on the photoresist to generate an emission gas substance and that gas substance is discharged constantly from the processing chamber 12 so that it is not ionized. Furthermore, second gas is ionized in the processing chamber 12 to generate electrically active ions and ion species thereof charged positively are implanted into the surface of the substrate. Since the photoresist is hardened prior to ion implantation, gas is ionized in the processing chamber to generate positive ions and electrons. Electrons are attracted first to the substrate and positive ions are implanted into the substrate after the photoresist is hardened thus preventing gas emission of photoresist.

COPYRIGHT: (C)2001, JPO

?

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-267266

(P2001-267266A)

(43)公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 1 L 21/265

B 0 1 J 19/08

H

B 0 1 J 19/08

C 2 3 C 14/48

A

C 2 3 C 14/48

H 0 1 J 37/32

H 0 1 J 37/32

H 0 1 L 21/265

F

H 0 1 L 21/266

M

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-390650(P2000-390650)

(22)出願日 平成12年12月22日 (2000. 12. 22)

(31)優先権主張番号 4 6 9 6 6 1

(32)優先日 平成11年12月22日 (1999. 12. 22)

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 500266634

アクセリス テクノロジーズ インコーポ
レーテッド

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州
01915 ベバリー チェリー ヒル ドラ
イブ 55

(72)発明者 ジェームズ デビッド バーンスタイン

アメリカ合衆国 マサチューセッツ
01945 ベバリー ブリスコー ストリ
ート アパートメント 3アール. 19

(74)代理人 100068618

弁理士 萇 経夫 (外3名)

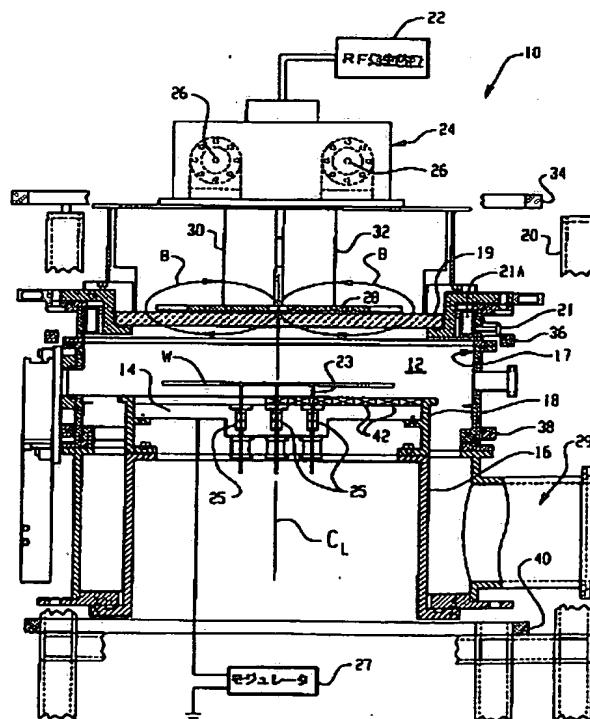
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマイメージョンイオン注入処理の方法

(57)【要約】

【課題】プラズマイメージョンイオン注入の結果として発生するフォトレジストの放出ガスに係る問題を解決すること。

【解決手段】プラズマイメージョンイオン注入方法で、フォトレジストPを有する基板にイオン注入する。この方法は、処理室12内で第1ガスをイオン化して電気不活性イオンを発生し、このイオンをフォトレジストと反応させて放出ガス物質を生じさせ、このガス物質がイオン化されないように絶えず処理室12から排気される。さらに、処理室12内で第2ガスをイオン化して、電気活性イオンを生じさせ、このイオンの正に荷電したイオン種を基板の表面に注入する。また、イオン注入する前に、フォトレジストを硬化するために、ガスは、処理室内でイオン化され、正イオンと電子を生じ、電子が最初に基板に引き寄せられてフォトレジストを硬化させてから正イオンが基板に注入され、フォトレジストの放出ガス作用を防止する。



【請求項19】ステップ(c)は、基板(W)を保持するプラテン(14)に正電圧パルスを周期的に印加することを含んでいる請求項18に記載の方法。

【請求項20】正イオンを基板(W)の表面にドーピングするためにパターン化されたフォトレジストを有する前記基板の表面に対して、正イオンを引出して加速させることをさらに含んでいる請求項18に記載の方法。

【請求項21】基板(W)を保持するプラテン(14)に負電圧パルスを周期的に加えることにより、正イオンを基板(W)に対して加速させることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的に、プラズマイメージョンイオン注入あるいはプラズマ浸入式イオン注入(Plasma immersion ion implantation)に関するものである。特に、本発明は、望ましくないイオン種のイオン注入を最小にし、所望の添加ドーパントイオンの安定性及び反復性を向上させるための方法に関する。

【0002】

【従来の技術】イオン注入は、半導体ウエハの加工物をドーピングする製造業で好まれ、広く使用される技術である。一般的に、イオン注入装置はイオン源からイオンビームを発生し、イオンビームは加速度を変えて加工物に向けて照射される。イオンビームは、半導体ウエハ加工物の露出された表面に衝突する正の荷電イオンからなり、それによってその加工物の表面にイオンを“ドーピング”即ち、注入する。この方法の利点は、使用者が、イオン源ガスの選択を注意深く行うことによってイオンが注入されることを決定できることである。

【0003】従来のイオン注入装置は、全体として3つの部分あるいはサブシステムから構成されている。即ち、(i)イオンビームを出力するためのイオン源、(ii)イオンビームを分析するための質量分析磁石を含むビームライン、(iii)イオンビームによって注入されるべき半導体ウエハ加工物を含むターゲット室を含む。イオン源と半導体ウエハ加工物との間の全体の領域は、高真空中に維持され、残留ガス分子を伴うビームの衝突によって中性化されることを防止する。

【0004】一般的に、従来のイオン注入装置におけるイオン源は、約 10^{-3} ~ 10^{-5} トルの圧力でプラズマを作り出すために、イオン源室内でイオン源ガスをイオン化することによって、イオンビームを発生する。全体として、プラズマはイオン源ガスと、アーク放電あるいは冷陰極源からの電子との衝突によって形成される。典型的なイオン源ガスの例は、アルシン(AsH_3)、気化アンチモン(Sb)、ホスフィン(PH_3)、ジボラン(B_2H_6)、三フッ化ホウ素あるいは三塩化ホウ素(BF_3 あるいは BCl_3)、四塩化ケイ素($SiCl_4$)、気化ガリウム(Ga)、気化インジウム(In)、アンモニア

(NH_3)、水素(H_2)、窒素(N_2)がある。正の荷電イオンは、イオン源から放出され、ビームラインに設けられる真空ビーム経路に沿ってターゲット室(処理室)に向けて照射される。

【0005】イオン源室内で生じるイオンビームは、実質的に望ましいドーパント種のみがターゲット室に入るようにするために、質量分析がされる。例えば、イオン化された BF_3 ガスは、アーク放電による電子との衝突後、 B^{++} 、 B^+ 、 BF_2^+ に分離される。イオンがイオン源から放出される時、質量分析によるイオンの分離は、ビームラインの周囲の磁界を調整することによって達成される。イオンは、磁界中を走行するので、分析磁石の磁界の方向および強さは、適当な原子量、すなわち B^+ を有するイオン種のみが、ターゲット室への所望のビームライン路に従うように、適当な曲率半径で反射されるように決められる。

【0006】その結果、望ましくないイオン、すなわち、 B^{++} 及び BF_2^+ は、実質的に取り除かれ、ターゲット室へ達することを防ぐ。取り除き後、典型的には望ましいドーパントイオンは、ターゲット室へ加速される。ターゲット室に入るや否や、ビームライン内の望ましいドーパント種は、加工物に衝突し、その中へ注入される。一般的に、従来のイオン注入装置のビームエネルギーは、低エネルギーイオン注入装置用の2~30keVから、高エネルギーイオン注入装置用の5~6MeV間の範囲である。

【0007】プラズマ浸入式イオン注入(PIII)システムは、イオンにより選択的にドーパされる加工物がターゲット室内でプラズマに浸されている点で、従来記載されているイオン注入装置とは異なる新しい技術である。そして、従来のイオン注入装置とは異なって、プラズマ浸入式イオン注入装置のターゲット室は、処理室とプラズマ源の双方に作用する。したがって、PIIIシステムは、イオン質量を分離するための質量分析磁石を有しない。有利なことに、これはプラズマ浸入式イオン注入によるイオンに、従来のイオン注入で典型的にみられるより、高いドーズ率で、より低い多くのエネルギーを発生することを可能とする。PIIIシステムで使用される代表的なエネルギーは、約0.1KeV~約10KeVの範囲である。より低いエネルギーが注入損失を最小にするために、より高いドーズ率は直接、生産量を増加させることができる。

【0008】典型的なPIIIシステムにおいて、加工物に向けてプラズマ内で発生するイオンを引き付けるために、加工物を保持するプラテンとプラズマとの間に、電位差が周期的に与えられる。イオン化されるガスは、連続的に室内へ導入され、続いて、プラズマを形成するために、誘導結合もしくは容量結合による電磁エネルギーによってイオン化される。十分な電位差は、加工物の表面にパルス化されたイオン注入を生じるであろう。し

ス及び気化可能材料から選択される。好ましくは、希ガスはヘリウム、ネオン、及びアルゴンからなるグループより選ばれ、そして50 sccm以上の流量で室内に注入される。大きい流量とポンプ速度により、ガスが放出されるフォトレジストは小分圧を有し、このため注入にはほとんど係ることではない。アルゴンの場合、基板内に注入される電気不活性イオン種は 40Ar^+ である。好ましくは、前処理段階は10秒以内に行われる。炭素イオン種の光放射信号が検出不可能になる時を決定するために、ガス放出の間に生じる炭素イオン種の光放射信号を計測してもよい。電気活性イオンの注入は、放出ガスが実質的に終了するか、もしくは炭素イオンの光放射信号が検出できなくなった後に行われる。

【0018】イオン化可能供給源（イオン源）からのイオンのプラズマ注入は室内で行われる。ここで、前処理された基板はパターン化されたフォトレジストを有するが、これは注入された時に電気活性イオンにより注入されたものである。処理室内の壁の間に電圧パルスが加えられ、そして基板表面に電気活性イオンを選択的に引寄せてかつ注入するために、基板はプラズマ形成から影響を受けない。好ましくは、注入プラズマ供給源はイオン化可能ガスでありかつ約0.5 sccm～約10 sccmの流量で処理室内に注入される。好ましくは、イオン化可能ガスの供給源は、アルシン、気化アンチモン、ホスフィン、ジボラン、三フッ化ボウ素、四塩化ケイ素、気化ガリウム、気化インジウム、アンモニア、水素、及び窒素からなるグループから選択される。

【0019】本発明に係る他の実施の形態では、PIIIシステムを使用するイオン注入処理は、(a)有機フォトレジストのパターンを有する基板を処理室に配置し、(b)イオン化可能な第1ガスを前記処理室に流入させ、(c)この処理室内で前記第1ガスをイオン化して、このガスが前記基板に注入されるとき、電気的に不活性なイオンを発生し、(d)この電気不活性イオンをフォトレジストと反応させて放出ガス物質を生じさせ、そして継続して処理室からの前記放出ガス物質を希釈して排出し、この放出ガス物質がイオン化しないようにし、(e)前記第1ガスの流れを止め、(f)前記処理室内に第2ガスを流入させ、(g)前記処理室内の第2ガスをイオン化して、電気的に活性なイオンを生じさせ、(h)この電気活性イオンを前記基板の表面に選択的に注入し、(i)前記第2ガスの流れを止め、(j)前記処理室から基板を取り出す、各ステップを含むことを特徴としている。

【0020】本発明に係る他の実施の形態において、イオン注入に先立つフォトレジストの硬化処理を説明する。この方法では、有機フォトレジストパターンを有する基板を真空室内に配置することを含む。ガスはイオン化されて正イオン及び電子を発生する。プラテン上の正電圧パルスは基板上の電子を引寄せかつ加速させる。この電子の処理はフォトレジストを硬化させて、継続する

処理中での損傷に対してより大きな抵抗力を与える。

【0021】本発明に係るさらなる特徴並びに長所は、継続する詳細な解説及び添付する図面により明白になる。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明は、フォトレジストマスクを有する基板表面にドーパントイオンを注入する、プラズマ浸入式イオン注入装置を用いる方法に関するものである。本発明の方法は、イオン注入時に発生し得るフォトレジストの放出ガス効果を最小化する。一般的に、この方法は、電気的に不活性な電気不活性イオンのプラズマを発生させ、かつこの電気不活性イオンを基板と反応させるステップを含んでいる。

【0023】特に、この方法では、好適なドーパントイオンの注入に先立ち、電気不活性イオンをフォトレジストと反応させることにより放出ガスを生じさせる。ガス放出されたフォトレジスト材料は、電気不活性イオンとの反応の間、処理室から継続して排出されることにより、継続する注入プラズマによるフォトレジストの放出ガスを実質的に防ぐ。従って、この方法は、注入プラズマによってあらゆるガス放出されたフォトレジストのイオン種（例えば、炭素）が注入されるのを回避するのに有利である。さらに、例えば、アルゴンガスのような電気不活性イオンを発生するようなイオン源材料を使用することは、注入プラズマ用に使用されるイオン源材料と比較して経済的である。

【0024】本発明に係る別の形態の方法では、プラズマ浸入式イオン注入装置によるイオン注入に先立ち、処理室内のフォトレジストを硬化する。上述したように、フォトレジスト硬化は放出ガスを最小化することで知られている。プラズマ浸入式イオン注入装置では、注入プラズマ内の正に荷電したイオン種をイオン注入用基板に対して引寄せるために、一般的に高電圧負パルスを使用する。本発明者は、パルス電圧を逆にすることにより、注入プラズマ内で生じる電子を基板に対して引寄せることができることを発見した。電子はフォトレジストと反応することでフォトレジストを硬化し、かつ継続するイオン注入の間、放出ガスを最小化する。依然議論の余地は残されてはいるが、一般的に、電子はフォトレジストと反応することによりレジストのクロスリンケージ密度を増加し、このためレジスト内の自由体積を最小化するものと信じられている。このため、このように硬化されるフォトレジストはイオン注入期間に生じる活発な正イオンとの反応をより行わず、そして継続して放出ガスをほとんどまたは全く発生せずかつフォトレジスト免疫を向上する。このため、レジストを他の特別な処理装置を必要とせず、有利にもとの場所で硬化することができる。従って、本発明に係る操作、他の先行技術と比較して経済的である。

【0025】以下、図面を参照して本発明に係る実施の

れ、その後プラズマ中に注入される。n型不純物ウエハ材料を製造する場合は、通常、ホウ素(B)、ガリウム(Ga)またはインジウム(In)を使用する。ガリウム及びインジウムは固体形式のイオン源材料であるが、ホウ素の場合は、ガス、即ち三フッ化ホウ素(BF₃)或はジボラン(B₂H₆)としてプラズマ室中に注入する。ホウ素の蒸気圧はあまりにも低すぎるため、ホウ素を単に加熱しただけでは使用できないからである。p型不純物材料を製造する場合には、適当なイオン源材料として、アルシン(AsH₃)、ホスフィン(PH₃)及び気化した固体アンチモン(Sb)等の適宜のガスを含むことができる。

【0034】図3には、パターン化したフォトレジスト層Pを有するウエハWの断面が示されている。フォトレジストパターンは、一般的にマスクとして参照されており、ウエハのイオン注入領域を保護するが、正電荷イオンを貫通させて、即ち、基板の露出面60に注入させて、ウエハに所望のドーピング領域62を形成するために使用される。

【0035】典型的なPIII工程では、符号Iで示す正電荷イオンがウエハに引きつけられる。正電荷イオンはウエハの露出面に注入してフォトレジスト材料と反応し、フォトレジストの化学結合を破壊して、処理室12内にフォトレジスト表面から種々のイオン種64からなる放出ガスを発生させる。放出ガスイオン種は、フォトレジストの成分により、水、ニトロゲン、炭素酸化物及び炭化水素等のイオン種を含んでいる。放出ガス物質がプラズマに曝された場合、一定時間後に放出ガス化学種はイオン化され、有害物としてウエハの露出面に注入される。さらに、フォトレジストの放出ガスは、処理室内の圧力を変化させて、正電荷注入イオンを中性化させると共に、注入される不純物のドーパント量に影響を与える。

【0036】フォトレジストとしては有機感光性フィルムが一般的であり、下層の基板に回路パターンを転写するために使用する。本発明は、g-ライン、i-ライン、DUV、193nm及び157nmなどに使用される有機フォトレジストに適用可能であり、ノボラック、ポリビニルフェノール、アクリラート及び環状オレフィンを含んでいる。当業者には他のフォトレジスト形態も明らかであろう。フォトレジストは、選択されるフォトレジストの化学的性質や現像液にもよるが、正的に作用させたり、或は負的に作用させることができる。フォトレジストは、ウエハ上に塗布され、一般的なフォトリソグラフィ的な方法でパターンが形成される。

【0037】本発明によるプラズマイオンが浸入するイオン注入方法が、図1に示すプラズマ浸入式イオン注入装置を使用する連続工程として概念的に図4に示されている。この工程は、フォトレジストパターンPを有するウエハWを処理室12のプラテン14上に載置するステ

ップを含んでいる。次に、入口21及び穴明き環状通路21Aを介して、比較的高流量の第1ガスが処理室内に導入される。例えば、第1ガスは約50sccmの流量、或はそれ以上の流量で処理室に流入される。アンテナ28内にRF電流(高周波電流)が流れると処理室内に電界が誘起される。真空マニホールド29のスロットルが開かれ連続的に排気する。

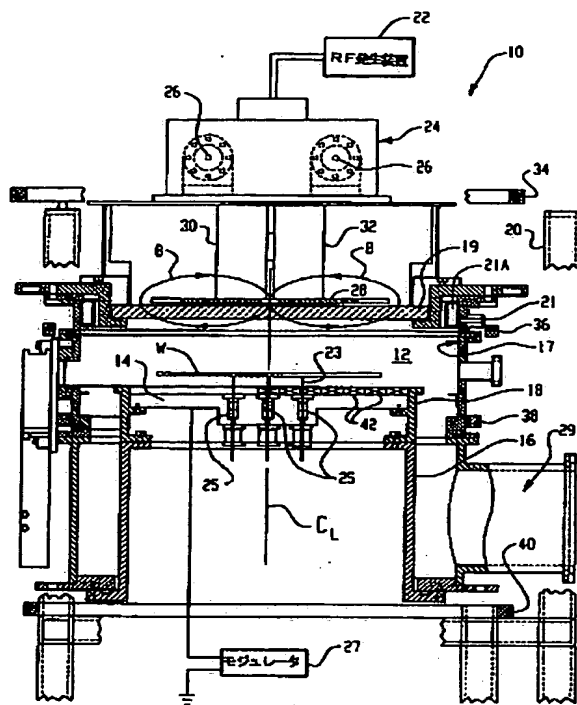
【0038】処理室内の圧力は、一定の状態に、一般的には、約1ミリトル〜約100ミリトルの範囲に維持される。第1ガスは電界によりイオン化され、図4のステップ1に示すように、ウエハに注入される時点で電氣的に不活性のイオンプラズマを形成する。電氣的に不活性のイオンを生成する第1ガスのイオン源材料として、アルゴン、ヘリウム、ネオン等の希ガスを含む。電氣的に不活性のイオンを発生するために、本発明において他の適宜のガスを使用できることは当業者には明らかであろう。アルゴンは、比較的に安価であり、容易に利用することができる。

【0039】次に、プラテン14には、処理室の壁に対して周期的に負のパルスが印加されるため、イオン化された第1ガスの正電荷イオン、即ち、40Ar⁺は、図4のステップ2に示すように、プラテン上のウエハの表面に向けて加速される。正電荷イオンはフォトレジストと反応して、フォトレジスト材料の化学結合を切断して、フォトレジスト種64の放出ガスを発生させる。真空ポンプにより連続的に排気して、ウエハから放出される放出ガス物質を取り除くため、放出ガス物質はプラズマでイオン化されない。放出ガスの除去が実質的に完了すると、RF電流及び第1ガス流は停止される。

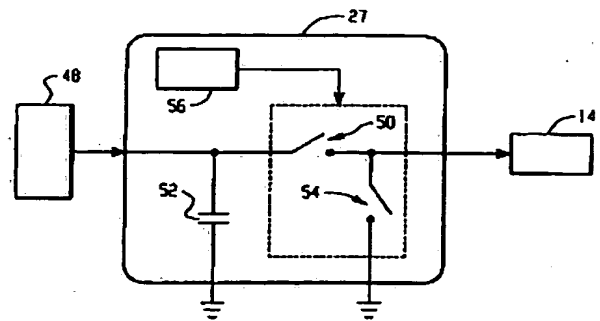
【0040】放出ガス物質の監視は、当業者にとって一般的な方法、即ち、光学エミッション分光器で行われる。放出ガス物質の放射スペクトルは、処理室12内の石英窓19を通して集めることができる。窓の背後にコレクトレンズ(図示省略)を装備して、窓を通過する放射スペクトルを集めることもできる。さらに、光学エミッション分光器(図示省略)或は他の分光手段を、レンズの背後に装備してもよい。特に、カーボン種のエミッション信号により、放出ガス除去が完了したことを正確に監視することができる。イオン注入前の前工程(ステップ)は約10秒続いており、その時点でイオン注入ステップが開始される。

【0041】イオン注入を開始するために、真空スロットルを閉じると、処理室内の圧力は一定の状態となる。イオン注入中の圧力変動により注入ドーズ量エラーが引き起こされることは当業者によく知られていることである。さらに、ドーパントガスは比較的高価であり、それなりに高効率ドーズ量に適している。図4のステップ3に示すように、処理室内に電界を誘起するためにRF電流が流れ、また、約0.5〜約10sccmの注入ガス、即ちAsH₃が処理室内の電界内に注入されて、電氣的

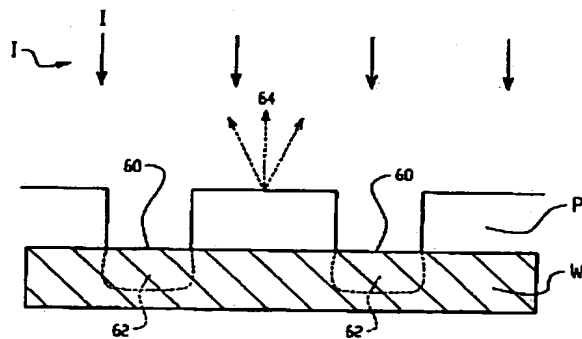
【図 1】



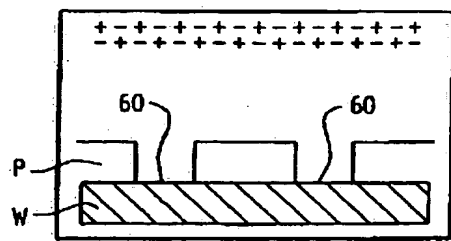
【图2】



【図 3】

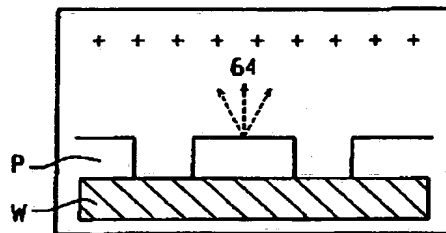


【図5】

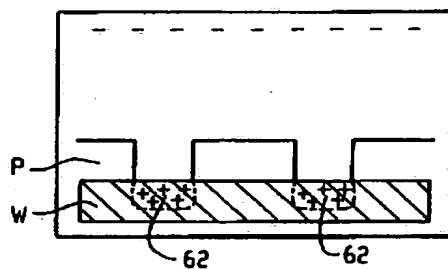


電気活性イオンを発生する

5A

正電圧を用いて周期的に
パルスが発生する

5B

負電圧を用いて周期的に
パルスが発生する

5C

フロントページの続き

(72)発明者 ピーター ローレンス ケラーマン
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ
 01929 エセックス ジョン ワイズ ア
 ベニュー 94

(72)発明者 エイ. スチュアート デンホルム
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ
 01773 リンカーン ピー. オー. ボック
 ス 83